

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-302265

(43)Date of publication of application : 24.10.2003

(51)Int.Cl.

G01F 1/66

G01F 15/14

(21)Application number : 2002-105109

(71)Applicant : HITACHI INDUSTRIES CO LTD

(22)Date of filing : 08.04.2002

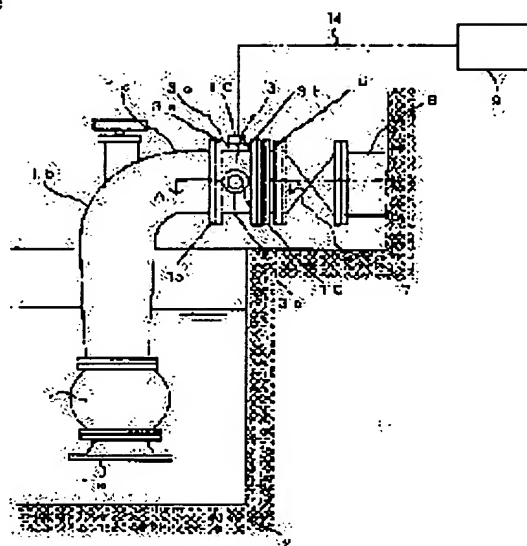
(72)Inventor : OKAMURA TOMOYOSHI  
KUWABARA YORIMITSU  
ONO SHIGEYOSHI

## (54) PULSE DOPPLER TYPE ULTRASONIC FLOWMETER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a pulse doppler type ultrasonic flowmeter easily installable also in existing fluid machinery.

**SOLUTION:** In this pulse doppler type ultrasonic flowmeter, the flow of fluid discharged from fluid machinery such as a drain pump 1 is measured by ultrasonic wave. An ultrasonic transmitting/receiving means 10 transmitting and receiving ultrasonic wave to and from the measured fluid is installed on a prefabricated pipe body 3, and the pipe body 3 is connected between the delivery side of the fluid machinery and the drain pipe 8 through a joint means 6 lengthwise adjustable in the axial direction of the pipe body 3. Since the installation of the ultrasonic transmitting/receiving means 10 is allowed by merely adjusting the length of the joint means 6 according to a distance between the discharge side of the fluid machinery and the drain pipe 8, the pulse doppler type ultrasonic flowmeter can be easily installed also in the existing fluid machinery.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-302265

(P2003-302265A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 F 1/66	1 0 3	G 0 1 F 1/66	Z 2 F 0 3 5
15/14		15/14	1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-105109 (P2002-105109)

(22) 出願日 平成14年4月8日 (2002. 4. 8)

(71) 出願人 000233077

株式会社 日立インダストリイズ

東京都足立区中川四丁目13番17号

(72) 発明者 岡村 共由

東京都足立区中川四丁目13番17号 株式会

社日立インダストリイズ内

(72) 発明者 桑原 頼光

東京都足立区中川四丁目13番17号 株式会

社日立インダストリイズ内

(74) 代理人 100093872

弁理士 高崎 芳紘

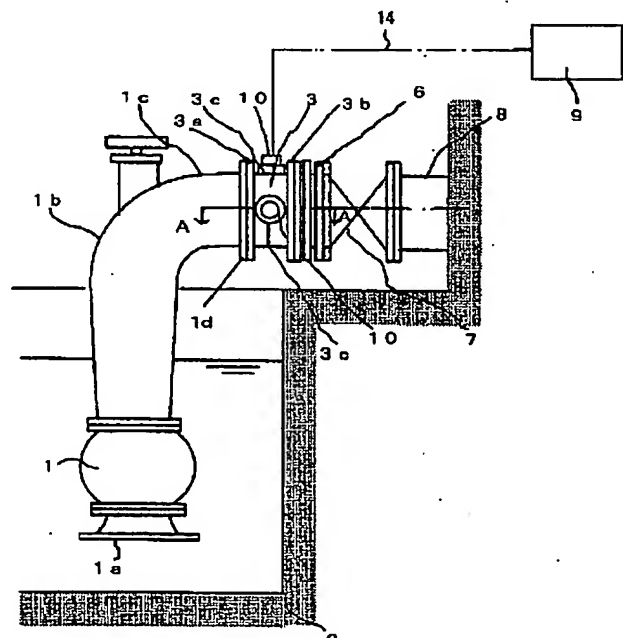
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルスドップラ式超音波流量計

(57) 【要約】

【課題】 既存の流体機械にも容易に設置が可能なパルスドップラ式超音波流量計を提供する。

【解決手段】 排水ポンプ1のような流体機械より吐出される流体の流量を、超音波により測定するパルスドップラ式超音波流量計であって、流量を測定すべき流体に向かって超音波を送受信する超音波送受信手段10を、予め製作された管体3に装着し、かつ管体3を、該管体3の軸線方向に長さ調整自在な継手手段6介して流体機械の吐出側と排水管8の間に接続するようにしたもので、流体機械の吐出側と排水管8の距離に応じて継手手段6の長さを調整するだけで超音波送受信手段10の装着が可能となるため、既存の流体機械にもパルスドップラ式超音波流量計が容易に設置が可能になる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排水ポンプのような流体機械より吐出される流体の流量を、超音波により測定するパルスドップラ式超音波流量計であって、流量を測定すべき流体に向かって超音波を送受信する超音波送受信手段を、予め製作された管体に装着し、かつ前記管体を、該管体の軸線方向に長さ調整自在な継手手段介して前記流体機械の吐出側と排水管の間に接続するようにしたことを特徴とするパルスドップラ式超音波流量計。

【請求項 2】 前記超音波送受信手段の送受波面が、管体内を流れる流体と直接接するように前記管体に超音波送受波手段を装着してなる請求項 1 に記載のパルスドップラ式超音波流量計。

【請求項 3】 前記継手手段を、前記管体の軸線方向に移動自在な可動フランジを有するルーズフランジにより構成してなる請求項 1 に記載のパルスドップラ式超音波流量計。

【請求項 4】 前記管体に設けた点検孔に、前記超音波送受波手段を装着してなる請求項 1 ないし 3 の何れかに記載のパルスドップラ式超音波流量計。

【請求項 5】 前記管体を、超音波の残響が少ない樹脂材料により形成してなる請求項 1 ないし 4 の何れかに記載のパルスドップラ式超音波流量計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は雨水や農業用水、工業用水、下水道等の排水に用いられる排水ポンプのような流体機械や、流体機械に接続された流路内を流れる流体の流量を超音波により測定するパルスドップラ式超音波流量計に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パルスドップラ式超音波方式の超音波流量計は、例えば排水ポンプの吐出管など被測定流路の外壁に取り付けた少なくとも 1 個の超音波送受波器からバースト状（いくつかのパルス波）の超音波を発信し、被測定流路である管内の微小粒子から散乱される超音波を前記超音波送受波器で受信することにより、被測定流路内を流通する流体の流量を測定するように構成されており、その受信波には微小粒子の超音波の進行方向の移動速度成分  $V \cos \theta$ 、すなわち流速に基づく周波数  $\Delta f$  のドップラシフトを受けた信号が入っていることから、周波数分析により  $\Delta f$  を求め、次式から流速  $V$  を検出するようになっている。

## 【0003】

## 【数 1】

$$V = C \Delta f / 2 f_0 \cos \theta$$

ここに、 $C$ ：水の音速、 $f_0$ ：送信超音波の周波数、 $\Delta f$ ：ドップラシフト周波数、 $\theta$ ：超音波の進行方向と管壁とのなす角度であり、検出位置  $L$  は次式により求められる。

## 【0004】

## 【数 2】

$$L = C \cdot t \cdot \sin \theta / 2$$

ここに、 $t$ ：ゲート時間である。この信号取り込のゲート時間を変化させると、超音波が送受波器から往復する時間が変わり、測定する位置を変えることができる。このように、管内の測定位置  $L$  はゲート時間を変えることにより、その位置の流速はドップラ信号で検出することが可能なことから、管内の流速分布を測定測定し、得られた流速分布を管断面に対して積分することにより、管内を流通する流体の流量が得られるようになっている。

【0005】またパルスドップラ式を用いた従来の超音波流量計は、図 7 に示ようにポンプ a の吐出管 b の直後に接続された長さの短い鋼管 c の外壁にパルスドップラ式超音波流量計の超音波送受波器 d が取り付けられており、超音波送受波器 d の内部圧電素子 e から放射された超音波 f は、図 8 に示すように鋼管 c の肉厚部 g を通過して水中に放射されるが、この際超音波送受波器 d の送受波面と鋼管 c の材質が異なり、また鋼管 c と水の材質が異なることから、それぞれの音響インピーダンスが異なり、その結果媒質の異なる境界で音響エネルギーの損失が生じるため、水中へ放射される音響エネルギーは、超音波送受波器 d より放射された超音波 f よりも大幅に低減すると共に、鋼管 c に投入された超音波 f の一部は鋼管 c の肉厚部 g に残留し、残響ノイズとして超音波送受波器 d に戻ってくる。

【0006】一方、水中へ放射された超音波 f は水中の散乱粒子により散乱し、その際散乱粒子の速度に応じたドップラ周波数の変化が超音波 f にもたらされ、このドップラ信号が付加された超音波 f は超音波送受波器 d に戻って信号波として受信されるが、水中から鋼管 c へ、また鋼管 c から超音波送受波器 d へと超音波 f が通過する際、送波の場合と同様に超音波 f にエネルギー損失が発生して信号は減衰する。このためドップラ信号の  $S/N$  比は極めて小さくなって、ドップラ信号の抽出が困難となることから、精度の高い流量測定ができなくなる等の問題がある。かかる問題を改善するため、例えば特開平 11-108721 号公報で、超音波送受器を組み込んだ測定プローブを測定対象流体内に挿入し、送受波面を流体中に露出させて金属管の壁面による超音波の減衰をなくすことにより、測定精度を向上させたパルスドップラ式超音波流量計が提案されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし前記公報のパルスドップラ式超音波流量計のように、金属管の壁面に孔を開けて超音波送受波器の送受波面を流量測定対象流体中に露出させたり、測定プローブを測定対象流体内に挿入して流量を測定する方法では、既存の排水設備等に設けられた流体機械に実施する場合、現場で金属管の壁面に孔を開ける等の現場作業を必要とするため、工事に手

間と時間がかかると共に、現場では精度の高い機械加工が困難なことから、設置されたパルスドップラ式超音波流量計の測定精度が低下する等の問題がある。

【0008】本発明はかかる従来の問題を改善するためになされたもので、測定精度が高く、かつ既存の流体機械にも容易に接続が可能なパルスドップラ式超音波流量計を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため本発明のパルスドップラ式超音波流量計は、排水ポンプのような流体機械より吐出される流体の流量を、超音波により測定するパルスドップラ式超音波流量計であって、流量を測定すべき流体に向かって超音波を送受信する超音波送受信手段を、予め製作された管体に装着し、かつ管体を、該管体の軸線方向に長さ調整自在な継手段介して流体機械の吐出側と排水管の間に接続するようにしたものである。

【0010】前記構成により、既存の流体機械にパルスドップラ式超音波流量計を設置する場合、流体機械の吐出側と排水管の距離に応じて継手段の長さを調整するだけで超音波送受信手段の装着が可能となるため、従来の金属管の壁面に孔を明けて超音波送受信手段を取り付ける等の現場作業が不要となり、これによって工事期間及び工事費の削減が図れるようになる。また予め工場等で超音波送受信手段が高精度で取り付けられた管体を、現場で流体機械に装着するようにしたことから、現場で管体に孔を明けて超音波送受信手段を取り付ける場合に比べて取り付け精度が向上するため、測定精度の大幅な向上が図れるようになる。

【0011】前記目的を達成するため本発明のパルスドップラ式超音波流量計は、超音波送受信手段の送受波面が、管体内を流れる流体と直接接するように管体に超音波送受信手段を装着したものである。

【0012】前記構成により、超音波送受信手段から送波される超音波は、鉄鋼や鋳鉄等の金属壁を経ることなく直接流体中へ送波されて、金属壁での透過損失による送信超音波の減衰がなくなるため、より強力な超音波を測定対象の流体に放射することができ、これによって水中の粒子からの散乱されるドップラ信号を含んだ超音波信号レベルは大幅に向上する。またこのドップラ信号を含んだ超音波は、流体中から超音波送受信手段へ直接入るので強いドップラ信号を受信することができ、これによってS/N比の高いドップラ信号が得られるため、得られたドップラ信号を含む流速信号の流速分布を積分することにより、より測定精度の高い流量測定が可能になる。

【0013】前記目的を達成するため本発明のパルスドップラ式超音波流量計は、継手段を、管体の軸線方向に移動自在な可動フランジを有するルーズフランジにより構成したものである。

【0014】前記構成により、長さ調整の自在な継手

段が容易かつ安価に得られるようになる。

【0015】前記目的を達成するため本発明のパルスドップラ式超音波流量計は、管体に設けた点検孔に超音波送受信手段を装着したものである。

【0016】前記構成により、管体に超音波送受信手段を取り付けるための取り付け座を設ける必要がないため、管体の製作が容易になる。

【0017】前記目的を達成するため本発明のパルスドップラ式超音波流量計は、管体を超音波の残響が少ない樹脂材料により形成したものである。

【0018】前記構成により、管体の内面で超音波が反射することにより発生する残響ノイズを削減できるため、残響ノイズによるドップラ信号のS/N比の低下を防止することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態を、図面を参照して詳述する。図1は排水施設等のポンプ機場に設置された流体機械の側面図、図2は図1のA-A線に沿う断面図、図3は超音波送受信手段の拡大図である。前記流体機械は、例えば縦軸の排水ポンプ1であって、吸込み口1aを下方に向けて水槽2内に設置されている。排水ポンプ1の吐出管1bは、ほぼ逆L字形に屈曲されていて、吐出管1bの吐出口1cに突設されたフランジ1dに、後述するパルスドップラ式超音波流量計9の超音波送受信手段10が取り付けられた管体3が接続されている。

【0020】管体3は両端部にフランジ3a、3bが突設されていて、一端側に突設されたフランジ3aが、吐出管1bの吐出口1cに突設されたフランジ1dにパッキン4を介して接続されており、各フランジ1d、3aの間は、ボルトのような複数の固着具5により締結されている。管体3は、少なくともフランジ3a、3bを除く部分が超音波の残響が少ない例えば樹脂等により一体成形されており、他端側に突設されたフランジ3bは、後述する継手段6及び排水弁7を介して図1に示すように排水管8に接続されている。

【0021】また管体3外周面には、円周方向に間隔を存して複数、例えば2個の取り付け座3cが突設されている。これら取り付け座3cは、図2に示すようにボス状となっていて、これら取り付け座3cにパルスドップラ式超音波流量計9の超音波送受信手段10が取り付けられている。超音波流量計9の超音波送受信手段10は、図3に示すように、取り付け座3c内に挿脱自在な筒状部10aと、筒状部10aの一端側に突設されたフランジ部10bよりなり、全体が流体の音響インピーダンスとほぼ同等の音響インピーダンスを有する樹脂により一体成形されていると共に、筒状部10aの先端面は超音波の送受波面10dとなっていて、この送受波面10dが管体3の内周面と同一平面で、かつ流体と接するように筒状部10aが取り付け座3c内に嵌合されてお

り、フランジ部 10b は図示しないビス等の固着具により取り付け座 3c の端面に着脱自在に取り付けられている。

【0022】そして前記筒状部 10a 内に電気信号を超音波に変換して送受波面 10d より管体 3 内に発信し、また管体 3 内を流れる流体より反射する超音波を受信する圧電素子 10c が埋設されている。圧電素子 10c は、管体 3 内を流れる流体の上流側に向けて角度  $\theta$  で超音波が発信できるよう予め傾斜されて筒状部 10a 内に埋設されており、圧電素子 10c より延出された信号線 14 は、超音波送受信手段 10 より離れた位置、例えば監視室等に設置された超音波流量計 9 の信号処理手段に接続されている。

【0023】一方超音波送受信手段 10 の他端側に接続された継手手段 6 は、管体 3 および排水管 8 の軸線方向に長さ調整自在な例えばルーズフランジ 6a より構成されている。ルーズフランジ 6a は図 2 に示すように、一端側が管体 3 内に摺動自在に嵌挿された直管部 6b と、この直管部 6b に軸線方向に移動自在に嵌合された可動フランジ 6c と、直管部 6b の他端側に突設された一対の固定フランジ 6d、6e とよりなり、直管部 6b の他端部に突設された固定フランジ 6e が、排水弁 7 の一端に突設されたフランジ 7a にパッキン 11 を介して接続されており、各フランジ 6e、7a の間はボルトのような複数の固着具 12 により締結されている。

【0024】また管体 3 のフランジ 3b と可動フランジ 6c 及び固定フランジ 6d を貫通するようにボルトのような複数の固着具 13 が設けられている。固着具 13 の一端側はナット 13a により固定フランジ 6d に固定されており、固着具 13 の他端側は、ナット 13b により管体 3 のフランジ 3b と可動フランジ 6c の間を締結していると共に、可動フランジ 6c の内周面と直管部 6b の外周面の間には、液漏れを防止する O リング等のシーリング部材 15 が設けられている。

【0025】次に前記構成されたパルスドップラ式超音波流量計 9 の作用を説明する。工場で予め製作した管体 3 の取り付け座 3c に、超音波流量計 9 の超音波送受信手段 10 を精度よく取り付け、超音波流量計 9 を設置する現場では、管体 3 の取り付けのみを行うもので、これによって既存の排水ポンプ 1 にも超音波流量計 9 の設置を可能にしている。超音波流量計 9 の設置に当っては、超音波送受信手段 10 の取り付けられた管体 3 を現場作業により排水ポンプ 1 の吐出口 1c と排水弁 7 の間に接続するが、吐出口 1c と排水弁 7 の間にすでに既存の流量計の超音波送受信手段が取り付けられていて、この超音波送受信手段を新たな超音波流量計 9 の超音波送受信手段 10 と交換する場合や、吐出口 1c と排水弁 7 の間が配管により接続されている場合、吐出口 1c から排水弁 7 までの距離が新たに装着しようとする管体 3 の長さと異なることが多い。

【0026】そこでこの距離を調整するため、管体 3 と排水弁 7 の間にルーズフランジ 6a よりなる継手手段 6 を次のように介在させる。まず管体 3 の他端側にルーズフランジ 6a の直管部 6b を図 2 に示すように挿入した状態で、管体 3 の一端側に突設されたフランジ 3a を吐出管 1c のフランジ 1d にパッキン 4 を介して接続し、固着具 5 により締結する。次に直管部 6b の他端部に突設された固定フランジ 6e をパッキン 11 を介して排水弁 7 のフランジ 7a に接続し、固着具 12 により締結する。このとき吐出口 1c と排水弁 7 間の距離に対し、管体 3 及び継手手段 6 の長さに差があっても、管体 3 に対しルーズフランジ 6a の直管部 6b を摺動させてフランジ 3b、6d 間の距離 D を調整することにより、管体 3 の接続が可能になる。

【0027】次に直管部 6b の外周面に嵌合された可動フランジ 6c を管体 3 側へ移動させて、管体 3 のフランジ 3b と可動フランジ 6c を固着具 13 により締結することにより、超音波送受信手段 10 の設けられた管体 3 を既存の排水ポンプ 1 に接続するもので、超音波送受信手段 10 と、超音波送受信手段 10 より離れた位置に設置された超音波流量計 9 の間は信号線 14 により接続する。

【0028】以上のようにして超音波送受信手段 10 及び超音波流量計 9 の設置を完了した後排水ポンプ 1 の運転を開始すると、排水ポンプ 1 より吐出された流体は、管体 3 内を通過して排水弁 7 より排水管 8 へ排出されるが、管体 3 内を矢印 B 方向へ流れる流体の流速 B1 は図 3 に示すように場所によって速度分布が異なる。このような流れに対して、超音波流量計 9 の超音波送受信手段 10 より流れの上流側に向けて角度  $\theta$  でパルス状の超音波 16 が発信されると、この超音波 16 は、流れの中の微小散乱粒子によりその周波数にドップラシフトを受けて散乱し、流速信号が重畳された超音波 16a となって超音波送受信手段 10 へ反射され、超音波送受信手段 10 の送受波面 10d より圧電素子 10c に受信されて、圧電素子 10c により電気信号に変換された後信号線 14 により超音波流量計 9 へ送られる。

【0029】また超音波送受信手段 10 より送信される超音波は、管体 3 内に露出する送受波面 10d より直接水中へ送信され、水流より反射された超音波は、送受波面 10d より直接圧電素子 10c に受信されるため、水中を伝わる超音波をほとんど減衰なしで送受信することができ、これによって従来の超音波流量計に比べて、より S/N 比の高いドップラ信号を得ることができることから、流速の測定精度が向上すると共に、得られた流速分布を超音波流量計 9 の信号処理手段で積分することにより流量を算出するもので、得られた流量は従来の超音波流量計に比べて測定精度が大幅に向上する。

【0030】なお前記実施の形態では、超音波送受信手段 10 の筒状部 10a 内に埋設した圧電素子 10c を、

予め管体 3 内を流れる流体の上流側に向けて角度  $\theta$  傾斜させて設けたが、図 4 に示すように、取り付け座 3 c を予め上流側に向けて角度  $\theta$  傾斜するよう管体 3 に突設すれば、超音波送受信手段 10 の筒状部 10 a 内に圧電素子 10 c を予め傾斜させて埋設する必要がないため、超音波送受信手段 10 の製作が容易になる。またこの場合、取り付け座 3 c に超音波送受信手段 10 を取り付けると、送受波面 10 d と管体 3 内面との間に隙間 17 が発生して水流を乱したり、キャビティ・シヨンを起こす原因となるため、この隙間 17 に予め流体の音響インピーダンスとほぼ同等の音響インピーダンスを有する材料、例えば樹脂等を充填して隙間 17 を埋めており、これによって隙間 17 により水流が乱されたり、キャビティ・シヨンが発生するのを防止することができるため、これらに起因する超音波ノイズの低減と、これに伴う測定精度の向上が図れるようになる。

【0031】一方図 5 は管体 3 に設けられたハンドホール等の点検孔 18 を利用して超音波送受信手段 10 を取り付け付けた第 2 の実施の形態を示すもので、点検孔 18 に流体とほぼ同等の音響インピーダンスを有する樹脂よりなる盲板 19 を液密に取り付けて、この盲板 19 の外側面に超音波送受信手段 10 を装着する。

【0032】超音波送受信手段 10 は盲板 19 に容易に取り付けられるよう、盲板 19 側が開口するケース 10 f 内に斜めに圧電素子 10 c を収容して、流体と音響インピーダンスがほぼ同等の樹脂 10 g を充填することにより圧電素子 10 c を固定した構造となっており、送受波面 10 d が盲板 19 と密着するようゴムバンドなどの緊締手段やビス等の固着手段（ともに図示せず）によりケース 10 f が盲板 19 に装着されている。前記第 2 の実施の形態も、前記第 1 の実施の形態と作用は同様なのでその説明は省略するが、点検孔 18 を利用して超音波送受信手段 10 を管体 3 に装着することができるため、管体 3 に取り付け座 3 c を突設する必要がなくなる。

【0033】なお図 6 は管体 3 より超音波送受信手段 10 を取り外した後の取り付け座 3 c を、栓体 20 で閉鎖した状態を示すもので、排水ポンプ 1 の吐出流量を測定する必要がない場合は、管体 3 より超音波送受信手段 10 を取り外した後の取り付け座 3 c に、超音波送受信手段 10 とほぼ同一形状の栓体 20 を取り付けおけば、超音波送受信手段 10 が管体 3 内を流れる流体に長期間さらされることがないので、金属部が腐食したり、樹脂部が膨潤して、超音波送受信手段 10 の寿命が早期に低下するのを防止することができる。また前記実施の形態では、排水ポンプ 1 に実施した場合について説明したが、流量測定が必要な流体機械全般に適用できるものである。

#### 【0034】

【発明の効果】本発明は以上詳述したように、流量を測定すべき流体に向かって超音波を送受信する超音波送

信手段を、予め製作された管体に装着し、かつ管体を、該管体の軸線方向に長さ調整自在な継手段介して流体機械の吐出側と排水管の間に接続するようにしたことから、既存の流体機械にパルスドップラ式超音波流量計を設置する場合、流体機械の吐出側と排水管の距離に応じて継手段の長さを調整するだけで超音波送受信手段の装着が可能となるため、従来の金属管の壁面に孔を明けて超音波送受信手段を取り付ける等の現場作業が不要となり、これによって工事期間及び工事費の削減が図れると共に、予め工場等で超音波送受信手段を高精度に取り付けた管体を、現場で流体機械に装着するようにしたことから、現場で管体に孔を明けて超音波送受信手段を取り付ける場合に比べて取り付け精度が向上するため、測定精度の大幅な向上が図れるようになる。

【0035】また超音波送受信手段の送受波面が、管体内を流れる流体と直接接するように管体に超音波送受信手段を装着したことから、超音波送受信手段から送波される超音波は、鉄鋼や鋳鉄等の金属壁を経ることなく直接流体中へ送波されて、金属壁での透過損失による送信超音波の減衰がなくなるため、より強力な超音波を測定対象の流体に放射することができ、これによって水中の粒子からの散乱されるドップラ信号を含んだ超音波信号レベルは大幅に向上すると共に、このドップラ信号を含んだ超音波は、流体中から超音波送受信手段へ直接入るので強いドップラ信号を受信することができ、これによって S/N 比の高いドップラ信号が得られるため、得られたドップラ信号を含む流速信号の流速分布を積分することにより、より測定精度の高い流量測定が可能になる。

【0036】さらに継手段を、管体の軸線方向に移動自在な可動フランジを有するルーズフランジにより構成したことから、長さ調整の自在な継手段が容易かつ安価に得られる上、管体に設けた点検孔に超音波送受信手段を装着したことから、管体に超音波送受信手段を取り付けるための取り付け座を設ける必要がないため、管体の製作が容易になると共に、管体を超音波の残響が少ない樹脂材料により形成すれば、管体の内面で超音波が反射することにより発生する残響ノイズを削減できるため、残響ノイズによるドップラ信号の S/N 比の低下を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態になるパルスドップラ式超音波流量計を排水ポンプに装着した状態の側面図である。

【図 2】図 1 の A-A 線に沿う断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態になるパルスドップラ式超音波流量計の作用説明図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態になるパルスドップラ式超音波流量計の変形例を示す説明図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態になるパルスドップラ式超音波流量計の説明図である。

【図6】本発明の実施の形態になるパルスドップラ式超音波流量計の不使用状態を示す説明図である。

【図7】従来のパルスドップラ式超音波流量計を排水ポンプに装着した状態の側面図である。

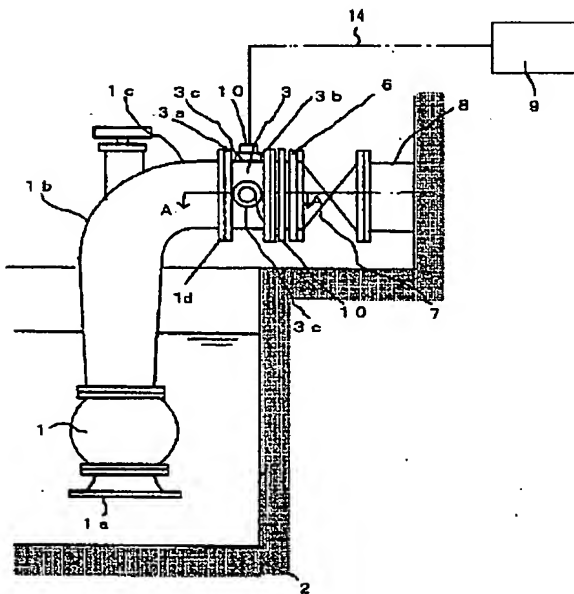
【図8】従来のパルスドップラ式超音波流量計の作用説明図である。

【符号の説明】

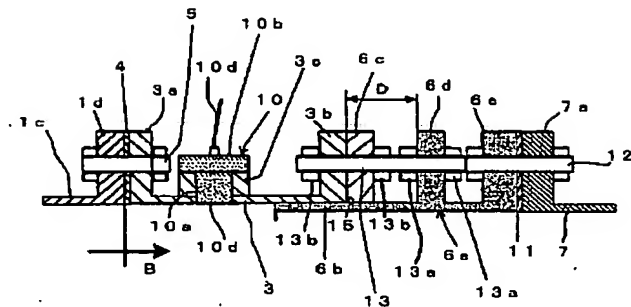
- 1 排水ポンプ  
3 管体

- 6 継手手段  
6a ルーズフランジ  
6c 可動フランジ  
8 排水管  
9 パルスドップラ式超音波流量計  
10 超音波送受信手段  
10d 送受波面  
18 点検孔

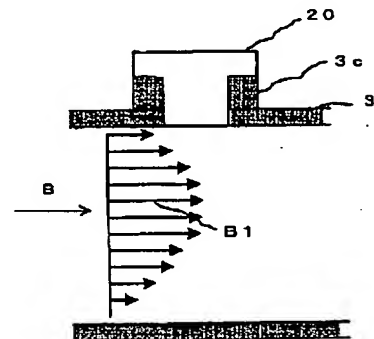
【図1】



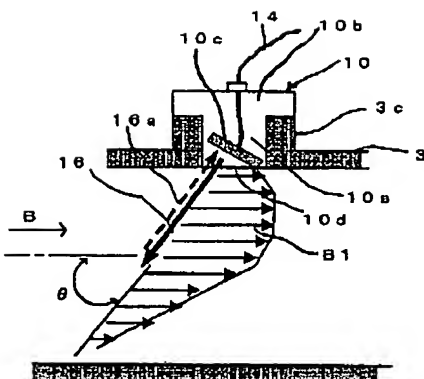
【図2】



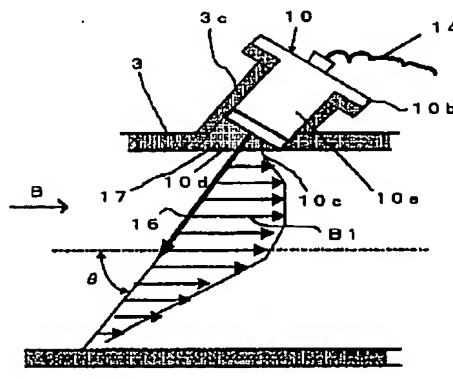
【図6】



【図3】



【図4】



【図8】

